

# 生物学教学

SHENGWUXUEJIAOXUE



1983



## 《生物学教学》编辑委员会

主 编：周本湘

副主编：吴国芳

编 委：（以下按姓氏笔划为序）

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 左大珏 | 陈汝艳 | 吴国芳 | 沈曾佑 | 李 难 |
| 李佐华 | 杨颐康 | 周本湘 | 周美珍 | 宓福根 |
| 郑 勉 | 郎 所 | 堵南山 | 张作人 | 钱国桢 |
| 袁朝辉 | 盛和林 | 湛同光 |     |     |

---

### 生物学教学

编 辑：华东师范大学《生物学教学》编辑委员会

SHENG WU XUE JIAO XUE 出 版：华东师范大学出版社

（上海中山北路3663号）

1983年第1辑

印 刷：宜兴南漕印刷厂

（总第8辑）

发 行：新华书店上海发行所

---

统一书号：7135·081

定 价：0.28元

# 生物学教学

1983年第1辑 (总第8辑)

## 目 录

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| 鸟类为什么能定向识途.....          | 秦安舫 袁传泌 ( 1 )      |
| 真核细胞是怎样进行调节的? .....      | 梁祖霞 ( 6 )          |
| 痛和镇痛的生物学.....            | 翁思琪 ( 10 )         |
| 一种生物化学适应——抗冻蛋白质介绍.....   | 朱 俭 ( 14 )         |
| 凝集素及其应用.....             | 秦德安 ( 18 )         |
| 蕨类植物浅说.....              | 姚关琰 ( 22 )         |
| 纤毛和鞭毛的运动方式.....          | 沈锡琪 顾福康 邹士法 ( 25 ) |
| 二十世纪生物学发展概况及其基本特征 .....  | 高 建 夏一华编译 ( 26 )   |
| 无锡太湖风景区的鸟类资源及其保护利用 ..... | 邬秉左 ( 31 )         |
| 保护自然和自然资源.....           | 管 和编译 ( 32 )       |
| 对被子植物教材教法的几点建议.....      | 马炜梁 ( 35 )         |
| 浅谈“性别决定与伴性遗传”的课堂教学.....  | 金少青 ( 36 )         |
| 对中学微生物一节教学方法的探讨.....     | 唐元麟 余千里 ( 38 )     |
| 野外生态考察活动点滴.....          | 张宝忠 ( 40 )         |
| 介绍几件自制的简易生物学教具.....      | 黄素行 ( 42 )         |
| “染色体组”词义析.....           | 李永旋 ( 46 )         |
| 生物科学摄影技术.....            | 沈 俭 ( 47 )         |

# 鸟类为什么能定向识途

南京大学生物系

秦安聆 袁传宓

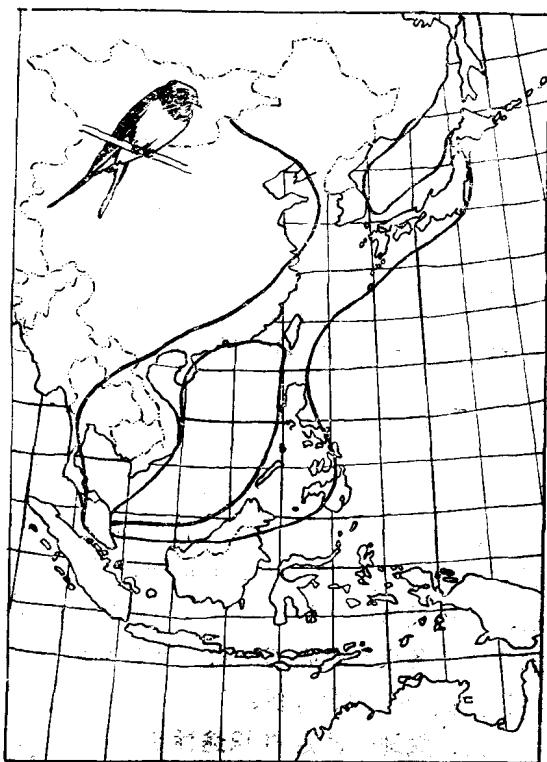
常见的飞鸟种类很多，它们大多能定向识途，其中许多候鸟（如家燕、鸿雁等）更能飞越千里而不迷航。对于这种现象，长期以来一直吸引着许多鸟类学工作者和仿生学工作者极大的注意，做了大量调查研究工作，并试图揭露鸟类为什么能定向识途这一秘密。

## 一、鸟类定向识途的能力

自古以来，很早就有人注意到一些飞鸟迁移的规律。在我国古籍中关于这方面的记载很多，例如对鸿雁的迁移现象，魏曹植在《离缴雁赋》中就写道：“远玄冬于南裔兮，避炎夏于朔方”，明李时珍在《本草纲目》中更明确的记载：“寒则自北而南，止于衡阳，热则自南而北，归于雁门”。远在汉唐时代，人们不仅流传着许多鸿雁传书的佳话，同时已有人注意到家鸽识途返巢的本领，而用它做为传递书信的工具，如唐代诗人张九龄，就曾饲养家鸽传书，因而有“张九龄以鸽传书，目为飞奴”（李时珍《本草纲目》）的记载。

到了近代，由于科学昌明，对鸟类定向识途的能力，已做了许多详细的研究，获得了大量资料。人们不仅知道家鸽能识途返巢，还弄清了许多鸟类作长距离迁移时定向识途的能力。如已知家燕每年春分前后，即飞来我国繁殖，到了秋季就返回马来西亚、印度尼西亚一带越冬（图1），有的甚至于继续飞越大西洋远迁至澳大利亚。据调查，家燕在飞来我国时，能精确地找到它去年营巢的位置，在同一个巢内继续繁殖，达四年之久。又如，雁类中的鸿雁，它每年春季迁至我国北方（内蒙、黑龙江等地）繁殖，秋季则来长江中下游及东南沿海越冬。这和李时珍的记载十分相近，说明我国

早在明代对鸿雁的迁移规律就有了比较精确的



96958

图1 家燕在中国和邻国的迁移路线图

认识，确属难能可贵。

目前已知道许多鸟类在迁移时，都能按固定路线往返，飞越江河、平原、高山和大洋，远的可超过一两万公里以上，例如北极燕鸥就是这样。北极燕鸥夏季在美洲北方，直到接近北极的格陵兰岛一带繁殖；秋季则沿着南美洲、南欧和非洲沿岸飞向靠近南极洲附近的地方越冬，两地直线距离有17,600公里，实际飞越距离更远，达40,000公里（图2）。象北极燕鸥这样的鸟类，迁移这么远的距离而不迷航，怎能不引起各方面科学工作者的兴趣而加以研究？

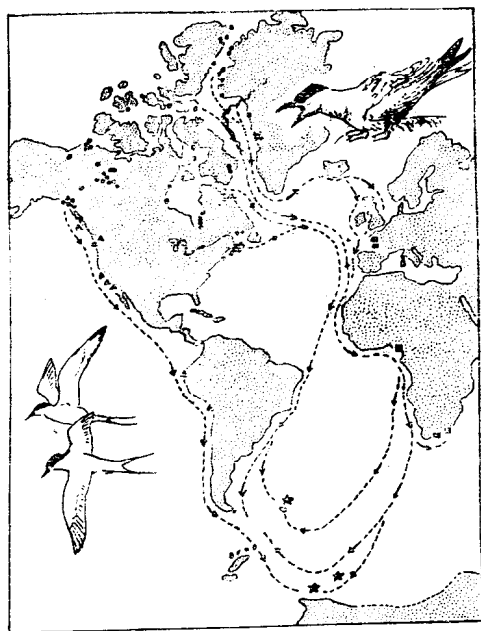


图2 北极燕鸥迁移路线图  
●营巢区 ☆越冬区 ■环志发现点 △迁移记录

## 二、鸟类为什么能定向识途？

到目前为止，人们对许多鸟类迁移的时间、距离、路线和原因等，都有了比较深刻的认识。但对鸟类在迁移时为什么能定向识途这一问题，却还没有一个统一而恰当的解释，说法很不相同，各家意见颇不一致。下面根据已有的资料，做一个综合分析。

**1. 依靠地形作定向识途标志** 从本世纪初，就有许多人开始用环志法对鸟类的迁移路线做了大量的记录。后来又有人用飞机跟踪、雷达实地观察、在鸟体装上微型发报机（图3）

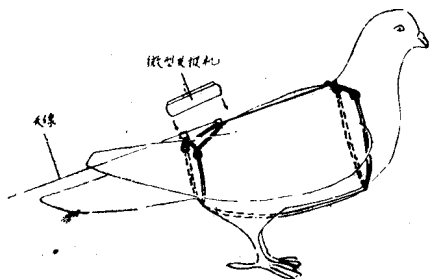


图3 携带微型发报机的家鸽

等方法作进一步地研究，证明许多鸟类在迁移时确实是沿着固定路线往返的。如果分析家

燕、天鹅、鹭类等的迁移路线图，就会发现它们总是和地面上的地形、河流、山脉等的变化是一致的。如在我国繁殖的家燕，它们从南方迁来我国时，先按着沿海海岸线向北飞，然后再顺着长江、黄河等水系向内陆各地飞去。上面已谈到的北极燕鸥在迁移时不管距离多么远，它们总是沿着南北美洲、欧洲和非洲沿岸曲折的地形而往返。对于北极燕鸥这种特殊的迁移现象，目前已有比较圆满的解释。根据大陆漂移说，南北美洲和欧洲及非洲原来是连在一起的一块大陆，这时北极燕鸥是按直线南北迁移的。后来由于大陆发生漂移现象，南北美洲和欧洲及非洲分开，但北极燕鸥仍保留着南北迁移的遗传特性，就随着大陆的变化，而依大西洋两岸的海岸线变化，做为它们往返迁移的标志，因此形成了现在的迁移路线。

**2. 依靠日月星辰作定向识途标志** 在宇宙中的日月星辰大多是有固定位置的，有的行星在运动中也是有规律的。许多鸟类在迁移时就根据日月星辰的位置，来确定自身的飞行方向和所在位置。例如有人用椋鸟在实验房里做试验，在迁移季节把它们置于天象馆内（图4），

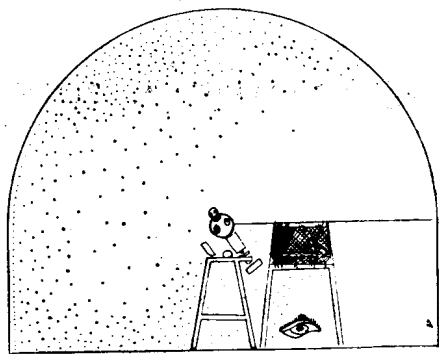


图4 鸟类在天象馆里根据星辰位置定向飞行试验

按照当时的季节排列好星辰位置，这些鸟就按照星辰位置沿着一定的方向飞去。如果改变天象馆里的星辰位置，那么这些鸟就随星辰的变化改变飞行方向。近年来还有人把微型照相机安装在家鸽的头上（图5），来观察家鸽视觉器官依靠太阳定位识途的作用。这种微型照相机只有2克重，感光镜头直径为0.05毫米，

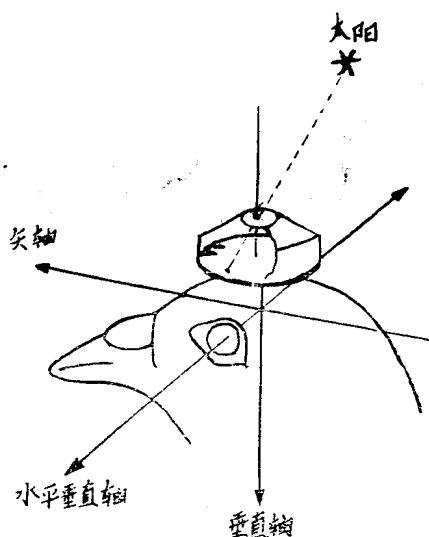


图5 安装在家鸽头上的微型照相机

隔60秒曝光一次。根据拍摄下来的光点照片分析，家鸽确实可以利用太阳做定位标志（图6）。

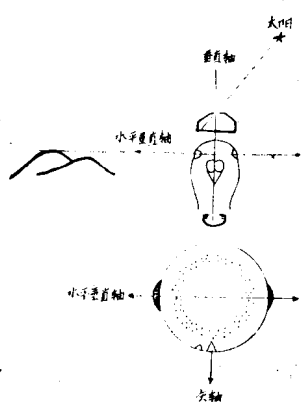


图6 安装在家鸽头上微型照相机所拍摄的光点照片

**3. 通过训练和遗传获得定位识途的能力** 据观察，许多刚出生的幼鸟，在第一次迁移时总是跟随亲鸟一同起飞，如家燕等。杜鹃之类的鸟虽然把卵产在其他的鸟

巢内孵化、成长，但老杜鹃总是栖息在幼鸟附近，等待它长大后，即一道飞返南方越冬。经过这样的训练，幼鸟即可记忆着迁移路线，学会定向识途的本领。平时饲养的家鸽，要使它学会长距离的传递书信，常常要经过由近及远的反复训练，才能达到目的。但也有人观察到一些鸟类，在迁移时总是亲鸟先飞幼鸟后行，而幼鸟也能返回亲鸟越冬的地方。说明它们定向识途的能力，可能是通过遗传因子而获得的。

上述各种解释虽然能说明一部分鸟类为什么能定向识途，但还不能令人满意，存在的问题很多。因此许多鸟类工作者继续研究这个问题，并不断引用各方面的科学研究成果，进行深入研究，近年来又提出许多新论证。其中比较引人注目的有如下几点：

**1. 利用地磁场作定向识途标志** 在三十年代前后，就有人认为鸟类能利用地磁场作定向识途标志，但由于得不到可靠的证据，而遭到各种怀疑。可是有一些人却一直坚持这种论点，继续从事这方面的研究，获得了可喜的进展。例如，把一种有定向识途能力的鸟类，带到104公里以外的地方分成两组释放。一组在翅下系有小磁铁棒，一组则保持自然状态。后一组能很快地飞返原地，前一组则迷失方向。同样，用家鸽做试验，也得到了类似的结果。最近还有人用家鸽在室内做磁场定向试验（图7），

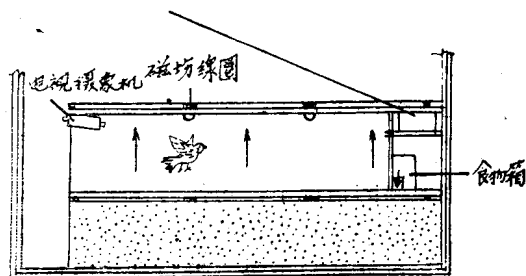


图7 家鸽在飞行房里进行磁场定向的试验（纵剖面图）

飞行房长3.5米，当磁场在0.5高斯时，家鸽就振翅飞入食物箱取食，说明它确实能感知磁场的变化

发现家鸽确实能利用磁场定位，而且指出鸽的磁场定位器可能在头部。据目前已知的材料，鸟类利用磁场定向时，常和地球自转时重力变化相结合。即鸟类在定向识途时，决定经度的位置靠地磁场，决定纬度的位置靠地球自转时的重力变化。现在已查明鸟类的某些感受器，可以感知自身体重的变化，其灵敏度可达体重的1/2000。这些感受器可能位于内耳迷路内，或位于支持翅膀的肌肉及其腱内。

**2. 利用偏振光作定向识途标志** 一般来说，光波沿着与视觉成直角的方向振动的，但当它穿越地球的大气层进行传播时，就被气体分子和其他小于光波波长的微粒所散射，因此，在

天空的每个点上，偏振光是按一个特定的方向振动。最近有人指出鸟类在高空迁移时，也能利用偏振光定向识途。鸟类眼球中晶状体具有偏光特性，能感知空中的偏振光，测出大气层中不同的亮度。因此在天气阴沉，云雾弥漫的时候，它们也能根据太阳方位的变化，进行时间校正来确定自己相对于太阳的位置。所以多数鸟类在迁移时，有了一个较好定向标志。用家鸽做试验（图8），证明它的眼睛确实能感知偏振光。如当家鸽观察到偏振光时，心跳速率就加快。反之，心跳速率就减慢。

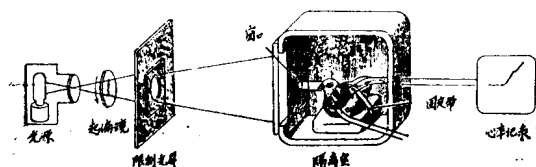


图8 家鸽视觉感知偏振光试验

**3. 利用紫外光作定向识途标志** 紫外光的波长在3100—4000 Å之间。能利用紫外光作定向标志的动物种类很多，比较著名的如昆虫。昆虫能利用紫外光作各种识别标志，如在有云而看不到太阳的情况下，可作为返巢识途的标志；发现能反射紫外光的花朵，帮助找到具有反射紫外光斑块的昆虫等。近年来，用家鸽做试验，证明它的视觉具有完善的感知色彩的能力，其中对紫外光特别敏感，感知的波长范围在3250—3600 Å。因此，有些鸟类有可能利用紫外光作定向识途标志。

**4. 利用大气中的次声作定向识途标志** 对人的听觉来说，能感知的声波范围是有限的，其频率一般为16—20,000周/秒。低于这个范围的声波人耳就听不到了，其频率为16以下周/秒，所以叫做次声。在大气中能产生次声的因素很多，如雷雨、磁场巨变、地震、海洋中的巨浪、火山爆发、急流的喷射等。次声传递极快，在大气中只要存在微细的介质，就能迅速传至数千公里以外（图9）。现在已知一些鸟类，能利用大气中次声发源地做为定向指标。据试验，家鸽能感知次声的能力相当强，可达

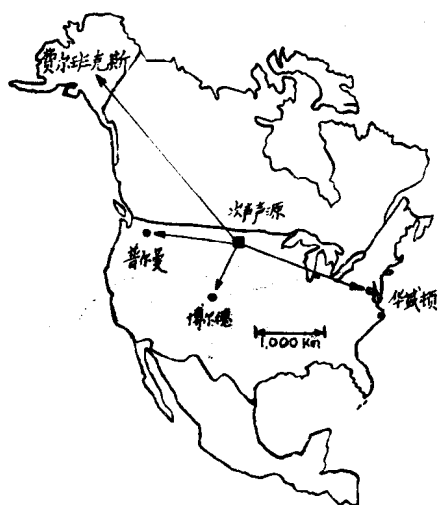


图9 美国四个国家气象服务站接受同一次声声源的示意图。说明次声传递距离远达几千公里

0.06周/秒。如果移去家鸽的耳蜗和听壶等，它就失去感知次声的能力，丧失识途返巢的能力。有人用其他鸟类试验，移去耳柱骨等，也得到了同样的结果。

此外，还有人认为鸟类在迁移时，可以利用大气压力变化、红外光、羽毛的微波辐射等做为定向识途的标志。

通过大量的观察和试验，一般都认为鸟类迁移时，主要依靠外界各种环境因素做标志，再通过身体里的有关感受器及神经系统等的调节控制，才获得这种特性的定向识途的能力。但鸟类在迁移时定向识途的真正机制是什么？具体的结构又是什么？到目前为止，还是众说纷纭，有的甚至只是一些设想而已，仍旧是一个难解的谜。

### 三、研究鸟类定向识途的意义

鸟类是自然界中常见善飞的动物，自古以来就是人们研究的对象。由于有的鸟类具有定期迁移的规律，而迁移的距离又很远，不是一下就能认识的，因此引起了历代人们的注意。如果我们能够真正揭露鸟类定向识途的本领，这对研究鸟类及其他动物的迁移规律，将有很

大的推动作用。

其次,有许多迁移的鸟类具有很大的经济价值如绿头鸭、鸿雁等。如果我们能够掌握它们定向识途的机制,就能充分利用这一规律,适量地诱捕它们,合理地利用其羽毛和肉等。还有的迁移鸟类如丹顶鹤等,属于十分珍贵的种类,如果我们能够根据它们定向识途的规律,诱使它们进入划定的保护区,从而能更好地达到保种和繁衍后代的目的。

从现代仿生学角度来看,研究鸟类定向识途的能力,其意义更为深远。我们如果能够把许多鸟类定向识途的机制一一揭露出来,并能加以模拟,必将创造许多可靠而精巧的定向导航仪和各种新型的自动导航设备等,从而大量应用于航空、航海、陆上交通、宇宙飞行以及军事部门等设施上,大大提高各种航行工具自动定向导航能力以及在航行中的安全系数等。总之,可以断言,当人们一旦完全揭露鸟类定向识途之谜,必将推动现代生物科学及有关科

学技术迅速向前发展,为人类造福。

### 主要参考书

1. J.施坦巴赫尔著(马晓耕、马逸清译)  
鸟类的迁徙及其研究  
科学出版社1958年
2. Donald R. Griffin (1951)  
Bird navigation Biol. Rev.vol.  
27, No4 359-393, 1952
3. Josselyn Van Tyne Fundamentals of  
Ornithology (1975)
4. Martin C. Michener Homing of  
single Pigeons-Analysis of tracks  
J. EXP. Biol.(1967)47,99-131
5. A. L. Thomson Bird Migration 1949
6. K. Schmidt-koenig Animal Migration,  
Navigation, and Homing 1978

## 《简明生物学词典》即将出版

由著名生物学家冯德培、谈家桢、王鸣岐主编的一部中型专科词典《简明生物学词典》,即将由上海辞书出版社出版。

这部词典选收生物学各科基本的、重要的、常见的名词术语,学说、理论、定律、现象,生物学家,动植物和微生物名称,以及同生物学关系比较密切的学科的部份名词术语共一万一千余条。全书一百九十余万字。名词术语一律加注英文名或拉丁文名,动植物和微生物名称一律加注拉丁文学名。书后附有地质年代表、古人类化石表、外文名词缩写和符号表等附录四种。

这部词典图文并茂,全书附图一千二百余幅,别具风格。

这部词典是由北京、上海、南京、青岛、成都等地的水产学院,中国科学院上海生物化学研究所、上海生理研究所、上海细胞生物化学研究所、上海植物生理研究所、古脊椎动物与古人类研究所、生物物理所、动物研究所、成都生物研究所、南京地质古生物研究所、海洋研究所、江苏省植物研究所,华东师范大学生物学系、南京师范学院生物学系、复旦大学生物学系、第二军医大学十六个单位的百余位同志按学科分工编写的。王凯基、朱元鼎、庄孝德、忻介六、沈昭文、周太炎、周本湘、徐荫祺、倪晋山、堵南山、黄文几十二位教授担任编审。我国当代已故生物学家条目,则是由各所属单位撰写的。

对于高等院校生物学系及其有关系科师生,中学生物学教师,以及农业、林业、畜牧、水产、医卫等方面工作者,这部词典是一本有用的学习、参考用工具书,也可供具有中等文化程度的读者在学习、工作中解惑释疑之用。

这部词典印装精美,小三十二开,字典纸,全布面精装,每部七元九角五分。将于1983年第一季度出版。出版后各地新华书店均有出售,上海辞书出版社读者服务部可办理邮购。读者如需预订,可同该社读者服务部联系,地址:上海陕西北路457号。(毕兆仑)

# 真核细胞是怎样进行调节的

浙江省温岭县农业局 梁祖霞

对于生物学家来说，发育和分化是最富魅力的问题了，一个受精卵，几经分裂之后，居然变得截然不同，有的成为长长的神经细胞，有的成为圆圆的血红细胞，它们在形态功能上都非常悬殊，人们一定会问，这种变化究竟是怎么形成的，其内在机理又是怎么回事？

## 胞核变化吗？

十九世纪下半期，生物学家魏斯曼，提出一个叫做种质学说的理论，认为各种动物的生殖细胞中，都含有独特的种质（即遗传物质），它是个体发育的主宰者，各种细胞的分化和各种器官的形成，都取决于生殖细胞细胞核的不均等分裂。受精卵在分裂过程中，种质分离到各个不同的细胞，最后每个胞核都接受到一个被称为决定子的遗传微粒，由它决定了细胞类型。由于不同胞核接受到的决定子不同，所以它们有了不同的分化方向。按照这个说法，在发育过程中，遗传物质简直像一串撒散了的念珠，支离分散，各走各的路，各管各的事，于是全能的细胞就成了专一的细胞。

一九三四年，遗传学家摩尔根，提出了另一种理论，认为卵裂过程，核物质並沒有四散奔波，但是由于周围的细胞质並不均匀，在胞质影响下，有些基因活性增强了，另外一些基因的活性则受到抑制，反过来看由于基因能够控制酶的形成，所以基因的变化也必然会影响到周围胞质，使得各个卵区逐渐特化。这样持续动态地相互作用，使得胚胎各个部分愈来愈分化，最后终于出现了各种器官。

那么在发育过程中胞核究竟有没有变化呢？这无疑是一种不同观点的分歧焦点。在作出结论之前，首先让我们来看看实验事实。

用很细的吸管，将受精卵的核吸走，再从不同时期的胚胎中取出一个核，补充给去核的受精卵，这个受精卵能不能正常发育，完全要看移植核处于什么时期。如果用蛙作为材料，胚胎直到8000—16000个细胞的囊胚期，胞核还没有分化，把它移到去核的成熟卵中，仍然可以引起正常的发育。但是到了原肠胚以后，就逐渐看到细胞核的分化，晚期原肠胚的胞核，大部分不能正常发育了。

从这个实验里，我们大体上可以看出两点：

1. 开始，细胞分裂的时候，种质並沒有分散，可见魏斯曼的学说是没有根据的。
2. 细胞核的机能，的确逐渐发生了特化。

那么这岂不是和DNA的准确复制有矛盾了吗？在进一步讨论之前，我们再来看看别的事实。

有人试验，用一些停止生长的胡萝卜根细胞，放在适当的培养基中，经过与胚胎发育相类似的途径，居然分化成正常小植物，把它小心地移植到土壤中，最后终于长成完整的胡萝卜，有正常的根、茎、叶、花，以至果实。就是说，游离的单细胞，在一定条件下，的确已经神话般地形成了生物整体。这一事实生动地告诉我们：即使已经分化了的细胞，也具备像受精卵那样全部遗传信息，并具有发育成为完整植株的能力。

现在知道，胡萝卜并不是唯一的例子。据文献资料统计，在组织培养中，有117种种子植物，已经成功地体现了这种全能性。至于动物方面，目前用两栖类做材料，也得到了类似的结果。把成体蛙充分分化了的肠细胞核，移植到去核的卵细胞中，其中竟有一部分发育成为有生育能力的雄蛙和雌蛙。由此可见，那些平时没有行使职责的基因并没有消失，它们仍被保存下来，只要条件适宜，这些基因依然有可能重新活化。

这一系列生动的事实告诉了我们一些什么呢？

目前比较流行的看法认为，在发育过程中，细胞核是有变异的，不过这并不是遗传物质的转移，掉失，或者遗传密码的突变，而是遗传信息受到定向封锁的缘故。譬如由于组蛋白的不同结合形式，可以使DNA的某些部位处于活化状态，另一些部位发挥不了作用，于是我们看到的是已经分化了的胞核。

### 胞质——胞核的辩证关系

从生物发展的历史来看，在漫长的进化过程中，细胞核和细胞质相处在一起，成为一个整体，建立起了密切而不可分割的相互关系。它们既各有各的功能，又互相联系，互为因果，其中的辩证关系是颇为引人入胜的。为了对问题了解得更透彻一点，首先让我们来谈谈几个实验事实。

有人曾经作过这样的试验，把一颗没有分化的细胞核移植到肌肉细胞质中，结果它发育为肌胞核，有着肌肉细胞典型的收缩功能。如果移植到肠子区，它就变为肠细胞核。移植到去核的成熟卵中，那么它将发育成完整的个体。

再来看第二个例子：

大家知道，红血球是非常特化的细胞，它的核并不分裂，也丧失了合成DNA的能力，可是如果将它移植到去核的卵细胞质中，由于胞质的影响，情况就立即起变化，它将很快地具备了合成DNA的能力。

还有，受精卵在卵裂期并不合成r—RNA，要发育到囊胚后期才开始r—RNA的合成。现在如果将一颗具有合成r—RNA能力的囊胚后期细胞核，移植到（去核）卵细胞质中，那么由于细胞质的抑制作用，胞核r—RNA的合成，会迅速地停顿下来，它将在新的起始点上重新起步。

再来举第三个例子。

有人将人体的一种癌细胞（HeLa）与鸡的红血球融合，这个原来死气沉沉的红血球胞核，在素不相识但非常活跃的人癌细胞内，居然也激起了基因的活性，一股劲儿地重新合成RNA和DNA。

以上这些例子都是值得我们深思的，它非常生动地表明：在分化过程中，细胞质起了十分重要的作用，它能够控制基因的活动，使得细胞合成某些化学物质的能力受到促进，另一些能力受到抑制，于是就向着特定方向分化了。

大家知道，合成特异蛋白质是细胞分化的标志，上述试验告诉我们，胞质正是通过控制胞核的生化能力（能否合成特异的核酸或蛋白质）进而控制分化的。

那么胞质的这种控制能力又是怎么形成的呢？这却关系到胞核了。现在知道，胞质中主要是蛋白质成分起了控制基因活动的作用，这些蛋白质又是核基因指导下的产物。此外，有些信号还来自独特的专职细胞——激素细胞，甚至外界环境，所以其中机制颇为复杂。不过不管怎样，有一点是我们应该牢记的：就是胞质对于胞核，只能影响它的表现，而不能影响它的本质，否则的话，胞核的全能性又怎么可能维持呢？！

关于这种化学对话的实质，必然会牵涉到遗传密码开放、关闭，和调节控制等一系列十分有

趣的学问。在讨论这个问题之前，首先还是让我们来看看染色体的基本结构究竟是怎么样的？

## 染色体蛋白质

真核细胞的染色体是一种十分精致的组织，除了DNA之外，还有RNA、组蛋白、酸性蛋白质，酶等一系列化学物质。

这些成份中，组蛋白和DNA的关系尤为密切，在成年脊椎动物的不同细胞中，组蛋白含量相当恒定，和DNA的比率大体是一比一。这种蛋白质是在细胞质中合成的，合成过程也颇为别致，和DNA的复制有着十分紧密的联系。两者差不多同时进行，当DNA复制停止时，组蛋白的合成也就立即停止。合成后就转移到细胞核中，并很快地和DNA联合起来，形成核小体，并使得DNA超级螺旋化。由此带来的一个明显后果，是使得庞大的RNA聚合酶再也无法沿着双螺旋移动了，因此也就妨碍了遗传信息的转录。所以人们一致认为，它是真核细胞基因活动的独特抑制剂。

可是作为抑制剂，还会遇到一个发人深思的疑问：果真如此的话，那么应该预期，不同类型的细胞将会有不同成分的组蛋白。可是事实上，同一生物不同组织中的组蛋白，不论在类型上还是含量上都十分相似，甚至不同物种也难以看出差异。那么它凭着什么来调节变化万千的分化细胞的呢？

有人认为这是由于组蛋白对于DNA附着强度不同，影响了基因活动状况所致。这个说法究竟是否符合事实，现在还很难下结论，不过科学家已经证明一点：就是当组蛋白由于乙基化，磷酸化或还原等化学修饰作用，而变得“疏松”时，那么它对DNA的抑制也相应地减弱。

紧接着我们还应该考虑另外一个问题：就是组蛋白究竟怎样反映时间进展的？大家知道，细胞不可能老是抑制一部分，开放另一部分基因，而必须按照时间顺序，有节律地调控不同基因的活动。那么它又是如何特异地开启组蛋白封锁的呢？现在已经获得了很有价值的线索，发现和染色体的另一种蛋白质有关。

这种蛋白质含有天门冬氨酸、谷氨酸等酸性氨基酸，所以我们权且叫它为“酸性蛋白质”。它可不像组蛋白那样恒定，在不同物种的各个细胞，同一个体的不同组织，同一细胞的不同时期，彼此的类型和含量都各有特点。一般地说，在生化合成比较活跃的组织中，它的含量也相应增加。由于周转得快，约略地说起来，DNA和组蛋白好象是染色体的永久性成分，而酸性蛋白质则好象是流动性的临时因素，尤其令人感到兴趣的是：酸性蛋白质具有和组蛋白选择性结合的强烈趋势，这样一来就使得DNA从组蛋白的约束下解脱出来，恢复了转录能力，所以在生物学上的意义十分重大。目前一般认为，这两种蛋白质都是调节基因活性不可缺少的因素：组蛋白能把基因机器关掉，而酸性蛋白质则有选择、有节奏地把它们拧开。正由于相辅相成的安排，才使得生命的发育能够完全按照规律发展，呈现出无限协调的自然美。

但是以上的描写还不过只是客观现实十分简化后的一瞥景象，实际上其机制非常复杂，譬如有人提出：激素作用的原因之一，就和染色体蛋白质有关。认为激素可以促使某些特定的酸性蛋白质合成，起了基因的“去抑制者”作用，进而促使转录过程活跃起来。至于激素机制的细节，让我们下面作一番专门的讨论吧！

## 激素作用的机制

在理论概括之前，首先让我们来谈谈几个事实。

可的松是一种重要的类固醇激素，有人观察，将它注射到大白鼠中，能够大大促进酸性蛋白质的合成，进而由它开启了组蛋白罩盖，使得某些特定的RNA相继合成。在这里酸性蛋白质是激

素的第一步产物，由此导引出一系列后果。

也有这样的例子，激素直接作用于基因，激发起转录过程。例如肾上腺皮质素的作用，根据学者试验，动物经注射五分钟后，肝细胞合成m-RNA的效应就立即出现，三十分钟内，生成的RNA增加了二~三倍，随后一系列酶的含量也接着增加了，看来这大概是激素直接拨动基因“开关”所触发的吧！

还可以举一个例子，动物注射了雌激素后，不用三十分钟，RNA合成率就有明显的增长，二小时以后，可以看到蛋白质的合成，而且很快地增高到三倍。学者们根据实验事实对于其内在机理的推断大体是这样的：当激素分子进入细胞后，立即与胞浆中一种激素受体分子结合，这种结合改变了受体分子的结构形态，并促使“激素——受体复合物”进入细胞核内，与一定部位的染色质相结合，于是就象打开了基因罩盖那样，使得有关基因“苏醒”过来，进入活动状态。其表现就是转录（合成RNA）及翻译（合成蛋白质）过程积极而有秩序地开展起来。大家都明白，从生化观点看问题，这也就是个体发育进入一定阶段的标志。

顺便提一句，据考察，某些植物激素（例如赤霉素）的初始作用，也是活化DNA，和动物有着微妙的类似。把这一切都联系起来思考，是十分耐人寻味的。表明生命深处的某些共同之点。但是最直率、最形象，也最能说明问题的。倒还是昆虫界发现的染色体疏松区（Chromosomal-puff），下面紧接着我们就来谈谈它！

## 生 命 的 谱 曲

双翅目昆虫的一些细胞中，有一种巨大的染色体，叫唾腺染色体。比起典型细胞的染色体来，几乎要宽一百倍，长十倍。由于它形状大，横纹清楚，分裂间期又不会消失，所以正如一位学者所说的，是“每一个遗传学家梦寐以求的材料。”经典遗传学时代，人们已经查明，唾腺染色体上的横纹是很独特的，它相当于孟德尔式基因的位置，在不同组织的染色体上，并没有发现横纹的排列次序有什么可以察觉的变化。

但是变化毕竟是有的。

精心的观察家们注意到，唾腺染色体的某些位点经常会像水肿那样膨胀起来（所以人们叫它疏松区）。如果你够耐心，对发育过程进行连续的观察，就会发现整条染色体上那个时期、那些横纹发生膨胀和收缩，是很有规律的。

这究竟是怎么一回事呢？

学者们认为，疏松可能是由于一条横纹中各染色粒解除螺旋所造成的。说明这个位点DNA的活性大大地增强了。最主要的表现是在这里合成了大量的RNA。很有趣，RNA的合成速率竟和疏松的相对大小有密切关系，可见这和DNA的活化程度是同一回事吧。随着发育的进展，唾腺染色体上的疏松此起彼伏，有规律地演变着，就像各式各样的鲜花随着季节有规律地开放一样。

那么疏松是怎么形成的呢？

有人做了一个十分精致的试验，对摇蚊的幼虫注射一种激素——脱皮素，结果只要15分钟，在第一染色体的18—C区域，立即出现疏松，30分钟时达到最大，接着第四染色体的2—B区域也出现了疏松，此后从几小时一直到几天，相继发生了许多的疏松。人们发现，注射的脱皮素愈多，疏松就愈大，持续的时间也愈长。根据各方面思考以后，学者提出了以下的想法：脱皮素能够活化一些基因，开始很可能仅仅只有一个——I—18—C基因，以后就象原子物理学中的连锁反应，引起了一系列连续的进展。根据推测，可能是当某一部位发生疏松时，产生一种物质，通过

核液诱发了其它部位发生新的疏松，于是一环接一环地向前演变。

## 谜 底 在 那 里 ？

关于“发育之谜”的机理，现在我们毕竟有可能把它简略地疏理一下了。

发育是生物遗传物质在特定环境影响下，逐步解释的结果。在发育过程中，生活物质的数量极度增加了，细胞渐趋分化，并且一个独特的形态逐步建立起来。

我们现在已经知道，所谓遗传物质，就是包含在细胞核中的DNA，DNA分子长链中核苷酸的排列顺序是十分严格的，它以密码的方式蕴藏了该物种的全部遗传特征。

DNA分子的结构特点，使它能够准确地复制自身，并且能够产生特定的RNA分子，这种自我复制能力，保证了生物体的遗传稳定性，而通过所产生的RNA分子，则支配了生物性状的表现。

从RNA到生物性状，中间要经历一系列漫长的生化途径：

RNA决定了特异性蛋白质合成。其中有些蛋白质起了酶的作用，酶支配了生物体内生化反应的速度，进而决定某些物质产生与否，由此影响了生物的性状。

由于不断地复制和生物合成，胚胎的生活物质（细胞）极度地增加了。不同细胞由于所处的小环境不同，各自向着特定的方面分化，于是出现了各种组织和完整的形态结构，它们是匀称的、步调恒定的，并且呈现出严格的自然美。现在知道，支配分化是由于细胞具备一整套巧妙调节机制的缘故。

调节机制说到底就是一种指导因素，它能够决定特定部位的细胞，在特定时刻只合成特定的蛋白质而不合成另一种蛋白质，于是细胞也就向特定方向分化了。

调节可能作用在核酸水平，在某一时刻只活化某一部位DNA。也可能作用在酶水平，直接抑制或者促进某些酶的活性，于是扭转和决定了细胞生化反应的方向。

正因为存在着调节机制，所以遗传因素和环境因素、细胞和细胞、胞核和胞质之间，互相影响，互为因果，在持续动态的作用下，终于形成了结构完整的生物体。

## 痛 和 镇 痛 的 生 物 学

华东师范大学生物系 翁恩琪

痛和镇痛是古老的研究课题。经过长期的徘徊后，最近十多年来一跃而成为医学和生物学中极其热闹的领域，涉及的学科之广和进展之快，也是近代生物科学史上罕见的。特别是“脑啡肽”的发现，更是近年来“生命科学的最激动人心的事件”，被称作为“神经生物学发展的里程碑”<sup>[1]</sup>。

### 痛 和 痛 的 形 成

痛是日常生活中的普遍经验，除了极其罕见的例外，几乎没有一个人不曾有过痛的感受。但是，究竟什么是痛，目前还没有一个令人满意的定义。

痛包括两个紧密联系的成份：痛感觉和痛反应。痛感觉是个体的主观体验，每一个“觉得

痛”的人都可以根据他以往的经历和经验作出他自己特有的描述,痛反应是指机体对于“痛刺激”的一系列生理生化反应,例如肌肉收缩、血压升高、瞳孔扩大、出汗、血液中某些化学物质的变化,以及逃避、反抗等行为表现。痛区别于机体感受其他刺激的一个显著特征,是它所伴随的强烈的情绪色彩,它总是不愉快的、令人不安和焦虑的、痛苦的。

我们知道,各种感觉的产生都需有一定的刺激因子作为适宜刺激。例如听觉是由声刺激所致,而光波不会引起嗅觉。但痛却是例外。无论是机械的、温度的、化学的刺激因子,在一定条件下都可以致痛。这是痛的另一个重要特征。这些不同致痛刺激因子的共同特点是:都导致组织损伤或至少是构成对机体的损伤性威胁,因而通称为伤害性刺激。

在机体组织受损伤引起细胞破裂,或者在组织发生炎症时,细胞内就有某些化学物质被释放出来。其中细胞内含量较高,在实验条件下被证明具有很强致痛作用的,有 $K^+$ 、 $H^+$ 、组织胺、5-羟色胺、血浆激肽和P-物质等,称为内源性致痛物质。已经有充分的证据证明:不论是何种刺激引起的痛,归根结蒂都是某些内源性致痛物质释放的结果<sup>[2,3]</sup>。

由于伤害性刺激而被释放出来的致痛物质作用于支配痛源部位的神经末梢(通常是属于A $\delta$ 和C类的细神经纤维的末梢),使产生特殊型式的神经冲动,后者进入脊髓后角,再经由脊髓腹外侧部等部位,分别渐次进入脑的各级水平(来自头面部的冲动主要经三叉神经感觉根直接入脑)。根据现代生理学的研究,痛是中枢神经系统内许多部位综合活动的结果<sup>[4]</sup>,这些部位似乎构成一个完整的系统。利用微电极技术,可以在脊髓、脑干、丘脑、下丘脑、大脑基底部和边缘系统的一些核团,或许还包括大脑皮层等脑区测得机体受到伤害性刺激时呈现特殊型式的放电,或某些化学物质的变化。

## 镇痛和脑内镇痛系统的设想

许多疾病和创伤都伴随程度不一的痛。临床的治疗措施之一,就是有效地控制痛,减轻病人的痛苦。镇痛方法有多种多样,其中药物镇痛、针刺镇痛和脑刺激镇痛是有代表性的三种。

吗啡镇痛是历史最悠久的一种药物镇痛方法,早在古希腊荷马时代就已被广泛应用,迄今在临床上仍占有重要地位。近百年来,学者们对吗啡的镇痛原理一直在进行研究。1962年,邹冈等发现:第三脑室侧壁和导水管周围的灰质对吗啡非常敏感,在这些部位注射极微量的吗啡就有明显的镇痛作用<sup>[5]</sup>。这是一个重要的突破,它导致人们进一步探索:是否在这些脑区存在着某种特殊的化学物质,即所谓“受体”,能特异性地和吗啡结合,从而实现镇痛效应?经过十多年努力,终于找到了这种吗啡受体,它在上述脑区分布最为密集<sup>[6]</sup>。

传统的中国针灸学已经有二千多年的历史,1958年以后,发展到可以在针刺镇痛条件下施行外科手术的境地。研究表明:针刺镇痛效应是来自穴位的针刺神经冲动和来自手术部位的痛神经冲动在中枢神经系统内相互作用的结果<sup>[7]</sup>。已经证明:针刺冲动可以兴奋脑的许多部位,例如延髓网状结构、中脑的导水管周围灰质、丘脑的中线核群以及大脑基底部和边缘系统的某些结构。从这些部位发出的神经冲动,能抑制进入中枢神经系统的痛冲动。

脑刺激镇痛是最近十多年的事。早期的实验<sup>[8]</sup>表明,通过埋藏在动物脑内的电极定位刺激导水管周围灰质等脑区,可消除动物的痛反应。这种方法很快被移用于人体,以治疗某些剧烈的顽固性疼痛,并且进一步证明,脑内许多部位电刺激都有镇痛效果,但以导水管周围灰质和大脑底部某些神经核(例如尾状核)的效果最显,副作用最小。

以上三种镇痛方法,表面看来全然不同,为什么具有共同的镇痛效应?它们是否受到某一个共同的机制的控制?特别引人注目的是:这三种方法的有效脑区有重叠的现象(例如在导水管周

围灰质)。此外,吗啡有“耐受性”的问题,即长期应用吗啡可以成瘾,而脑刺激和针刺镇痛也有类似的耐受性,即长时间刺激后,镇痛效应可以减弱,吗啡的效应可以被一种称为纳洛酮的特异性的吗啡阻断剂所取消,而纳洛酮也可以阻断脑刺激和穴位针刺的镇痛效应。

为此,人们有理由设想:脑内可能存在包含若干脑结构的镇痛系统,一些镇痛方法可能都是兴奋了这个系统,当这个系统被激活后,就释放出某种镇痛物质。

### 内源性吗啡样物质的发现

我们再回到吗啡受体的问题上来。在所有脊椎动物的脑内都查明有吗啡受体存在,并且,最原始鱼类直至人体,几乎具有同样多的吗啡受体。吗啡是通过吗啡受体来起作用的。问题是吗啡系属罂粟属植物的提取物或类似的人工制剂,人和动物体本身不含有吗啡。机体不可能在进化过程中“有意安排”这样一种受体来和外源性的吗啡结合。唯一正确的推论应当是,脑内应该含有一种类似吗啡的物质!于是寻找与吗啡受体“配对”的内源性吗啡样物质的工作立即被提到日程上来。

不到两年,就有人首先从猪脑分离出这种物质,定名为脑啡肽<sup>[9]</sup>接着,又很快证明,脑啡肽有两种,它们都是由5个氨基酸组成的肽,即甲硫氨酸脑啡肽(五个氨基酸中有一个是甲硫氨酸)和亮氨酸脑啡肽<sup>[10]</sup>。它们各自的排列顺序如下:

H—酪—甘—甘—苯丙—甲硫—OH

H—酪—甘—甘—苯丙—亮—OH

经用受体结合法、放射免疫法、放显自显影法等各种现代药理学和生化测定技术测知,脑啡肽主要分布在大脑基底部特别是与情绪反应有关的神经核团,以及导水管周围灰质等脑区。

脑啡肽的发现在整个生物界和医学界引起极大的反响,短短几年,相应的论文已达上千篇之多。大量的研究资料证明:脑啡肽的分布与吗啡脑内镇痛部位、脑内电刺激有效部位及针刺冲动的脑内作用部位一致;脑啡肽具有强大的镇痛作用,这种镇痛作用可被纳洛酮所取消;慢性顽固病人脑内脑啡肽含量降低,而脑内电刺激镇痛或针刺镇痛时含量增加。

谜底已经初步揭开:脑内确乎存在着镇痛系统,其化学基础之一即为脑内吗啡样物质脑啡肽。吗啡只不过是起了拟似脑啡肽的作用,针刺穴位和脑内电刺激促使脑啡肽的释放。当然,谜底的彻底揭开,尚有待于继续研究。

### 痛和镇痛的生物学意义

脑内既存在痛系统又存在镇痛系统,机体既含致痛物质,又有镇痛物质,岂不矛盾?

自从上世纪中叶达尔文进化论问世以后,生物学界普遍认为痛具有保护机体避免伤害的作用,有利于生物个体的生存。有的学者甚至说,痛是大自然的一种伟大创造。但也有相当一部份学者反驳说,癌肿等许多严重疾病,早期并没有痛,待到出现痛症,往往病入膏肓,为时已晚。他们认为痛在生物学上和在日常生活中都没有任何地位,它永远只是一种邪恶。

关于痛的生物学意义,罕见的“先天性无痛”病例很能说明问题。患者由于完全缺乏痛觉,不能对伤害性刺激作出迅速反应而经常遭受严重的创伤。例如,他们会无意中坐在火炉上,直至闻到焦味,才发现自己已被烧伤;他们可以喝下滚烫的开水,甚至咬断自己的舌头而毫无感觉。患者往往早年夭折。即使到了成年,艰难地学会如何保护自己,也常因未能及时察觉自身的大面积感染和炎症(尤其是内脏的)而不治身亡。显然,痛是这样一种机制:警告机体正在遭受某种伤害性刺激,并导致机体迅速摆脱这种刺激的伤害。事实上,痛往往是促使病人去医院就诊的主

要原因，也是医师对疾病作出诊断的重要依据。当然，生物学问题往往不是那样直接了当的简单，诸如癌肿、胃溃疡等症，早期确实无可觉察的痛，对这些问题的解释是复杂的，可能是用另一些类型的信息警告机体。

从生物系统发生的观点看来，痛是一种古老的机制。当用针尖去刺变形虫时，可观察到这一原始的单细胞动物立即向刺激点相反的方向伸出伪足，随即整个细胞很快地离开针刺方向。我们不一定要把这种反应称为“痛”，但它确乎是类似“痛”的一种反应。有的作者甚至坚持植物也有“痛”反应。因此，把痛看作为生物进化过程中发生的一种防御性、保护性机能，是不过份的。

与此同时，应当指出：疼痛所伴随的一系列生理生化反应和情绪反应对机体又是有害的。剧烈的疼痛甚至可以引起休克，危及生命。一个极端的例子就是有人报导过一例痛过敏病例，即使是衣服摩擦皮肤也可引起剧烈的疼痛，以致他不得不脱去所有的衣服。机体内镇痛系统的作用由此可见一斑。

综上所述，痛和镇痛既是对立的，又是统一的。痛机制有利于机体免受伤害性刺激的继续侵犯，镇痛机制则有利于克服痛对机体的不利方面；两者共存于统一体中，保护机体的生存。

### 参 考 文 献

- [1] Snyder SH, Scientific American, 236: 44, 1977
- [2] Lim RKS, Ann. Rev. Physiol., 32: 269, 1970
- [3] Lindahl O, Advan. in Neurol., 4: 45, 1974
- [4] Zimmerman M, In "Advance in Pain Research and Therapy" Vol. 3 (Bonica JJ, et al eds), Raven Press, P. 3, 1979
- [5] 邹冈等：生理学报, 25: 119, 1962.
- [6] Pert CB, et al, Science, 179: 1011, 1973
- [7] 张香桐：中国科学, (1): 28, 1973.
- [8] Mayer D, et al, Science, 174: 1351, 1971
- [9] Hughes J, Brain Res., 88: 295, 1975
- [10] Hughes J, et al, Nature, 258: 577, 1975

### 如何观察洋葱表皮细胞中的液泡

在制作的洋葱表皮细胞装片中，细胞壁，细胞核，细胞质都能清晰可见，但液泡往往看不到。

本学期，我们发现有几个学生做的装片都能看到液泡，经多次研究探索，发现与取材和染色很有关系，于是反复试验，摸索出一个方法：

取新鲜的洋葱鳞茎，剥去最外面一层干燥的包叶和第一层鳞叶，取第二层、第三层鳞叶的外表皮（第二层最佳，第三层以内的

也不要）。

在载玻片上先滴一滴清水，放上一小块选取的表皮，加上盖玻片后，在盖玻片一侧边缘滴上1—2滴稀碘酒（碘酒原液与消毒酒精各一半稀释而成），再用吸水纸在盖玻片另一侧吸水，吸引染液均匀分布，使材料染色。

经2—3分钟后即可观察。

制成的装片在2—3小时内能保持较好的效果。

（上海市江浦中学 生物组）

# 一种生物化学适应—抗冻蛋白质介绍

复旦大学生物学系 朱 俭

自然环境中海水的温度是随着纬度和季节的变化而发生惊人的变化。在南北极，海水温度低达 $-1.8^{\circ}\text{C} \sim -2^{\circ}\text{C}$ ，可是大多数鱼类血清冰点却在 $-0.6^{\circ}\text{C}$ ，因此这些鱼类就会面临着冰冻致死的威胁。在长期的生物演化中，生物向各个不同方面进化，有的形成季节性迁移，到温暖的地方或深水区避寒，有的则提高血清的盐浓度或糖浓度，从而使血清冰点下降，但是最有趣的是近年来分子生物学的研究，发现有些生物肝脏能形成一类特殊功能的血清蛋白质，它能使血清冰点下降至低于周围环境，从而使生物生存下来，这种适应性人们称它为生物化学适应，而这类血清蛋白质就叫作抗冻蛋白质 (Antifreeze Protein)。

## 一、抗冻蛋白质降低血清冰点的作用

1953年斯柯朗特 (Scholander) 等，首先发现北极鱼类的血清和温带不适应寒冷环境的鱼类血清相比，具有较低的冰点，更为重要的是发现血清冰点降低的原因不是无机盐而是由于一种溶于三氯醋酸的大分子物质，此后，经实验证明大分子物质是蛋白质。

1974年加拿大生物化学教授丘才良在纽芬兰纪念大学从事胰岛素C肽的合成和改造研究工作，他在实验室的海水槽中养了100条鳕鱼作实验材料，在一月份的一天早晨，海水温度突然降到 $-1.3^{\circ}\text{C}$ ，他养殖的鳕鱼全被冻死，可是在同一池中生活的鲱鱼却全都存活下来了。从此他就开始研究鲱鱼的血清，结果在鲱鱼血清中也发现了一种具有抗冻功能的蛋白质，但它的结构不同于生活在南、北极洲鱼类的抗冻糖蛋白。

## 二、抗冻蛋白质的结构和特性

抗冻糖蛋白的结构：继1953年斯柯朗特发现北极洲鱼类血清中具有抗冻大分子物质后，1969年达弗里斯 (DeVries) 等人用离子交换层析法分离和提取了南极鳕鱼血清中的抗冻大分子，发现它们是一类糖蛋白。糖蛋白是由糖三肽的重复单元组成，在每个糖三肽中有一个二糖结构 ( $\beta$ -半乳糖 (1-3)-N-乙酰半乳糖胺) 和三肽 (丙氨酸-丙氨酸-苏氨酸)，二糖连接在三肽的苏氨酸残基的羟基上 (图1)。

用离子交换层析和聚丙烯酰胺凝胶电泳法分离获得8个组份的糖蛋白 (图2) (表I)，按电泳图谱上的排列次序，用1-8数字

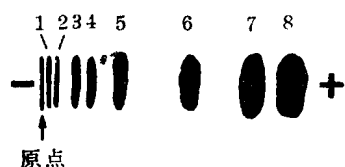


图2 抗冻糖蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳图谱

来命名，它们都是以糖三肽为基本单位重复构成的，只是重

复的次数不同，分子量分别为32,000、29,000、22,000、18,000、11,000、7,800、4,600、2,700道尔顿。抗冻糖蛋白的次级结构经测定表明是伸展的无规则线团，这种构象和它的抗冻功能是有关的。二糖结构上的羟基也是抗冻活性所需的，

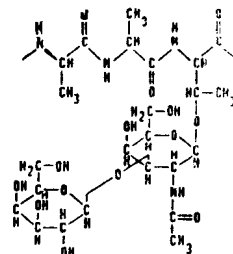


图1 糖三肽结构